

Diseño e implementación de un Biodigestor en la granja porcícola San Sebastián del municipio de Timaná – Huila, como estrategia de aprovechamiento de los residuos generados para la fertilización de pasturas y la generación de biogás.

Jhon Faiver Rojas Reyes

Liliana Ñañez Muñoz

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA
Programa Agronomía e Ingeniería Agroforestal
CEAD Pitalito
2018**

Diseño e implementación de un Biodigestor en la granja porcícola San Sebastián del municipio de Timaná – Huila, como estrategia de aprovechamiento de los residuos generados para la fertilización de pasturas y la generación de biogás.

Jhon Faiver Rojas Reyes

Liliana Ñañez Muñoz

Proyecto aplicado como Opción de Grado para Optar por el Título de Agrónomo e Ingeniería agroforestal

**Director
Luis Herney Salazar Nieto
Ingeniero Agrónomo**

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA Programa Agronomía e ingeniería Agroforestal CEAD Pitalito

2018

Página de aceptación

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Pitalito, 2018

Dedicatoria

Dedicado a todas las personas que nos apoyaron para el desarrollo del presente proyecto, quienes nos motivaron y asesoraron en cada una de las fases lo cual permitió avanzar en la culminación del trabajo final.

A los docentes de la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA CCAV Pitalito quienes orientaron el proceso, brindando las herramientas necesarias para llevar acabo presente proyecto el cual se expone en este documento.

Dedicado a las 4 familias de la vereda piragua del municipio de Timana-Huila quienes apoyaron esta iniciativa de obtener una fuente de energía alternativa utilizando el estiércol del cerdo para generar biogás y ser utilizado en la cocción de sus alimentos y la fertilización de pasturas con el agua generada por del Biodigestor.

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, a los tutores que nos brindaron su apoyo profesional, prestando un acompañamiento constante en el proceso de formación, orientando cada una de las etapas académicas que permitieron llegar a la culminación de una de nuestras metas.

Agradecemos a la Ingeniera Nelly María Méndez Pedroza, por su apoyo, por abrir el camino y enfocar nuestro proyecto para lograr obtener el título profesional, a los tutores de la escuela ECAPMA por transmitirnos sus conocimientos, gracias al ingeniero Luis herney Salazar Nieto por estar al pendiente, orientar nuestro proyecto y aportar sus conocimientos en el desarrollo del presente trabajo.

Tabla de contenido

Resumen	11
Abstract	12
Introducción	13
1. Planteamiento del problema	15
1.1 Descripción del problema	15
1.2 Formulación del problema	15
2. Justificación	16
3. Objetivos	18
3.1 General	18
3.2 Específicos	18
4. Marco de referencia	19
4.1 Marco teórico	19
5. Metodología	27
5.1 Ubicación de la Granja Porcícola San Sebastián	27
5.2 Esquema producción porcícola finca San Sebastián municipio de Timaná Huila.	27
6. Fase 1 Selección del Biodigestor a implementar	28
6.1 El Biodigestor chino CIPAV.	28
7. Fase 2. Instalación el Biodigestor en la granja.	29
7.1 Aspectos a tener en cuenta para la implementación del Biodigestor	29
7.2 Fotosgrafías finca San Sebastian los autores.	32
8. Fase 3: Mediciones y cálculos para determinar la producción real de biogás por día.	32
8.1 Medición del gas obtenido con la tercera parte de agua.	33
9 Resultados obtenidos del proyecto.	35
9.1 imagen tomada granja san Sebastián Jhon Rojas & Liliana Ñañez	35
Autores Jhon, Liliana	36
10 Fase 4 Aplicación de lixiviados resultantes del biodigestor y labores agronómicas en dos parcelas de pasto estrella (<i>Cynodon dactylon</i>).	36
10.1 Cronograma de actividades en las parcelas de pasto estrella (<i>Cynodon dactylon</i>).	37
Tabla 3 Registro de actividades de ambos Parcelas	37
10.2 Los efectos obtenidos con la fertilización por riego de los lixiviados en las pasturas	40
10.3 La relación por hectárea será la siguiente:	41
11. Resultados obtenidos en el suelo	42

12. Interpretación de los análisis de suelo	43
13. Impacto ambiental	44
14. recomendaciones.....	46
15. conclusiones.....	47
16. Bibliografía	48
17 Anexos.....	49
18. Anexos 2.....	52

Índice de Tablas

Tabla 1 Para medir la producción de excretas y orina producida por los cerdos	33
Tabla 2_Distribucion de gas por familia.....	36
Tabla 3 Registro de actividades de ambos Parcelas.....	37
Tabla 4 Registros de las labores realizadas en el Parcela 1	37
Tabla 5 resultados del pasto obtenido por parcela	41
Tabla 6 Parcela uno sin aplicación del lixiviado proveniente del Biodigestor.....	42
Tabla 7 Parcela 1 con la aplicación del lixiviado proveniente del Biodigestor	42
Tabla 8 Resultados de nutrientes análisis de suelo	44

Índice de Figuras

Figura 1 Mapa de Timana-Huila.....	27
Figura 2 Proceso del biodigestor realizada por Jhon Rojas	28
Figura 3 Figura 1 Biodigestor instalado.....Figura 4 Biodigestor instalado parte frontal	32
Figura 5 Instalación Biodigestor.....Figura 6 Biodigestor instalado	35
Figura 7 Cultivo de bore (Colocasia esculenta) granja san Sebastián	45

Índice de Anexos

Anexo No. 1 primer análisis de suelo	49
Anexo No. 2 Análisis de suelo con la aplicación del lixiviado	50
Anexo No. 3 Toma de análisis de suelo	51
Anexo No. 4 construcción Biodigestor	52
Anexo No. 5 agua del Biodigestor aplicada en pastura	52
Anexo No. 6 Corte del pasto estrella (Cynodon dactylon).	52
Anexo No. 7 Peso del pasto estrella (Cynodon dactylon).	53

Resumen

El desarrollo de este proyecto tuvo como finalidad el diseño e implementación de un Biodigestor, en la granja porcícola San Sebastián de la vereda la piragua del municipio de Timana –Huila. El proyecto consiste en aprovechamiento de los residuos generados provenientes del Biodigestor para evaluarlos en una Parcela de pasto estrella (*Cynodon dactylon*) con este ensayo se logró una gran diferencia entre las dos Parcelas testigo, se realizó la recolección con guadaña de biomasa teniendo como resultado; Parcela 1 uno 32 kilos y Parcela 2 18.4 kilos. Los residuos generados son un buen Bio abono para las pasturas teniendo en cuenta que esto también genera biogás, es importante el aprovechamiento de las excretas generadas por los cerdos para utilizarlas energías limpias y así evitar un mayor impacto de malos olores en las fincas aledañas y contaminación de fuentes hídricas.

El proyecto del Biodigestor es una propuesta donde se brindan alternativas para adquirir nuevos conocimientos ya que al diseñar y construir esta propuesta se obtendrán benéficos tales como biogás y los residuos serán utilizados para aplicarlos en pasturas de la granja, esta es una alternativa la cual va a permitir que 4 familias se beneficien y por medio de este proyecto las fincas aledañas a la granja san Sebastián implementen este modelo en beneficio propio, lo cual es accesible porque los costos de implementación del Biodigestor es relativamente bajo, además la construcción es sencilla, el manejo, cuidado, la disposición de los residuos orgánico se aprovechan para ser aplicados en pasturas y Bio gas.

El agua proveniente del Biodigestor es fuente rica en nutrientes por tal razón al ser implementado en las pasturas de la finca hace que rebrote de forma más eficiente y así sea aprovechada por los animales de la granja, en el tema del Biogás genera calor a los cerdos de crianza por medio de un calentador especial para lechones y en las cocinas del hogar para la cocción de alimentos.

Abstract

The development of this project was aimed at the design and implementation of a Biodigester, in the San Sebastián pig farm in the municipality of Timana, municipality of Timana-Huila. The project consists of using the waste generated from the Biodigester to evaluate them in a plot of star grass (*Cynodon dactylon*). With this test, a great difference was achieved between the two control plots, the biomass scythe harvesting was carried out as a result; Plot 1 one 32 kilos and Plot 2 18.4 kilos. The waste generated is a good Bio fertilizer for pastures taking into account that this also generates biogas, it is important the use of the excreta generated by the pigs to use clean energy and thus avoid a greater impact of bad odors in neighboring farms and pollution of water sources. The Biodigester project is a proposal where alternatives are offered to acquire new knowledge since when designing and constructing this proposal, benefits such as biogas will be obtained and the waste will be used to apply them in pastures of the farm, this is an alternative which will allow 4 families to benefit and through this project the farms surrounding the San Sebastián farm implement this model for their own benefit, which is accessible because the costs of implementing the Biodigester is relatively low, besides the construction is simple, the management , care, the disposal of organic waste is used to be applied in pastures and Bio gas.

The water coming from the Biodigester is a source rich in nutrients for this reason to be implemented in the pastures of the farm makes it re-grow more efficiently and so it is used by farm animals, in the theme of Biogas generates heat to pigs of breeding by means of a special heater for piglets and in the kitchens of the home for the cooking of food

Introducción

El Biodigestor desde sus inicios fue una alternativa para la producción de biogás, en la actualidad presta mucho más beneficios ya que en las granjas agrícolas los desechos vegetales sin incluir los cítricos, los desechos humanos y de animal pueden ser implementados para la producción de Biofertilizantes, después de pasar por un proceso de fermentación anaerobia que ocurre durante el proceso, el lixiviado saliente puede ser aplicado en las pasturas ya que este cuando sale del Biodigestor tienen buena cantidad de nutrientes lo cual es una gran ventaja porque disminuye la contaminación y ayuda a la recuperación de suelos al ser aplicado. (Construcción, pág. 2010) En Colombia siguiendo el ejemplo de China, Costa Rica, Brasil, se implementó esta herramienta ya que la porcicultura es una de las actividades tradicionales e importantes en la economía del país por tal razón se ha generado proyectos que mitiguen el impacto ambiental que se genera en las explotaciones porcinas.

El presente trabajo tiene como objetivo implementar un biodigestor en la granja porcícola San Sebastián del municipio de Timaná – Huila, como estrategia para la generación de biogás y el aprovechamiento de los lixiviados en la fertilización de dos parcelas de pasto estrella (*Cynodon dactylon*); utilizando de forma eficiente los residuos generados por los cerdos para la producción de Biogás y de esta forma usar esta fuente de energía para beneficio de 4 familias, evitando así la tala de árboles utilizados en la cocción de alimentos, reducción significativa de olores y disminución en la contaminación a las fuentes hídricas aledañas, Durante el proceso para la obtención del biogás se genera un lixiviado lo cual va a ser aplicado en una Parcela de pasto estrella (*Cynodon dactylon*) para medir el rendimiento y los posibles efectos en el suelo teniendo en cuenta como punto de partida el análisis de suelo antes y después de la aplicación del lixiviado

durante un periodo de tres meses haciendo aplicaciones cada 3 y máximo 8 días, para así de esta forma evaluar las características del suelo y el aumento de biomasa del pasto.

1. Planteamiento del problema

1.1 Descripción del problema

En la granja san Sebastián vereda la piragua del municipio de Timaná se ha venido trabajando en producción porcícola de forma tradicional, no se han tenido en cuenta las técnicas adecuadas para tal labor, específicamente en el manejo de las excretas producidas por los cerdos, esto ha desencadenado una serie de inconvenientes relacionados con malos olores, aparición de plagas (moscas, roedores etc) y la contaminación de una fuente hídrica, esto ha perjudicado a los habitantes de la vereda en especial la parte baja de la por la contaminación a sus aguas que altera la salud de la comunidad la cual ha manifestado su desacuerdo con la producción porcícola en esta granja debido a la contaminación que esto les genera.

1.2 Formulación del problema

Frente a esta realidad y problemática a causa de la producción porcícola surge la propuesta del diseño y construcción de un Biodigestor como alternativa para crear mejores condiciones ambientales de la zona, como una tendencia de rentabilidad económica en la finca donde se van a implementar este modelo en cuanto a la producción de energía y aprovechamiento de lixiviado para aplicarlos en los pastizales.

1.3 Alcance

Si continuamos con la producción tradicional y no generamos nuevas alternativas y proyectos para el adecuado manejo en las producciones porcícola se va a generar un deterioro significativo del medio ambiente en este caso la contaminación de aguas que afectan las familias de la zona baja de la vereda piragua municipio de Timana.

2. Justificación

Es de gran importancia realizar este proyecto para que no solo la granja se vea beneficiada sino que las familias aledañas reciban el beneficio del biogás, otras granjas productoras nos vean como un ejemplo de desarrollo a seguir y así lograr una reducción significativa en la contaminación de las fuentes hídricas y control de olores.

Este proyecto se realiza con el fin de minimizar los efectos negativos en la producción porcícola ya que los malos olores, plagas, enfermedades estomacales por la contaminación a fuentes hídricas, las quejas de los vecinos por la no regulación de los desechos generados por la granja, nos llevó a la determinación que la mejor alternativa debía ser la construcción e implementación de un Biodigestor en la granja san Sebastián del municipio de Timaná, es importante porque busca resolver parte de los problemas relacionados con el uso inadecuado de los desechos producidos por los cerdos, mediante un manejo adecuado en el aprovechamiento de las excretas, para evitar que sean vertidas directamente a las fuentes hídricas generando contaminación, malos olores y proliferación de plagas, con esto se busca que la granja sea sostenible y tenga una producción amigable con el medio ambiente.

Con este proyecto se pretende cambiar la visión en cuanto al manejo de la producción porcícola en las fincas aledañas a la granja san Sebastián que también producen cerdos de una forma tradicional, se propone una alternativa para que las actividades antrópicas desarrolladas en este sector se realicen de manera adecuada, sostenible y que las granjas reincorporen la materia orgánica generada en forma de combustible, calor o energía.

Con el diseño y construcción del Biodigestor en la granja no solo se beneficiará la familia de la granja san Sebastián sino también 4 familias aledañas. El sector veredal en la parte baja contara

con agua más potable ya que se reducirán los vertimientos de forma directa en la parte alta de cuenca debido a que los residuos producidos por los cerdos serán aprovechados en la granja san Sebastián; también el lixiviado proveniente del Biodigestor será aplicado en pasturas de la finca al igual que el aprovechamiento del biogás para dar calor a los cerdos de levante por medio un calentador y cocción de alimentos en el hogar; estos beneficios que se obtendrán servirá para que otras fincas implementen este proyecto y así haya una reducción significativa en cuanto a la contaminación generada por los cerdos.

Teniendo en cuenta que los lixiviados se van a reutilizar para el aprovechamiento de las parcelas esto dará un índice de descontaminación ya que todos los lixiviados no se desperdiciaran.

3. Objetivos

3.1 General

Implementar un Biodigestor en la granja porcícola San Sebastián del municipio de Timaná – Huila, como estrategia para la generación de biogás y el aprovechamiento de los lixiviados en la fertilización de dos parcelas de pasto estrella (*Cynodon dactylon*).

3.2 Específicos

- Identificar un tipo de biodigestor del mercado nacional, que se adapte a las condiciones productivas de la granja porcícola San Sebastián.
- Instalar el biodigestor seleccionado en la granja porcícola San Sebastián como alternativa para la generación de biogás aprovechable en 4 familias.
- Medir el efecto de la fertilización por riego con lixiviados resultantes del biodigestor, en dos parcelas de pasto estrella (*Cynodon dactylon*) asociados a la granja.

4. Marco de referencia

4.1 Marco teórico

El biogás, como fuente de energía renovable, ha despertado un gran interés en los últimos años, siendo tal vez una de las tecnologías de más fácil implementación, sobre todo en sectores rurales (FAO, 2011). Es una tecnología de gran importancia, dado que permite generar biogás y al mismo tiempo genera Bio fertilizante que contribuye a disminuir los costos económicos en el uso de abonos orgánicos. Además, que disminuye los problemas de contaminación ambiental, dado que se reduce los problemas generados por los olores y vertimientos. De esta manera las actividades agropecuarias y la disminución de los impactos ambientales, se puede lograr mediante el adecuado manejo de los recursos, en el caso del Biodigestor por medio de una serie de reacciones químicas, se genera el biogás el cual, está constituido principalmente por metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2) (FAO, 2011). De acuerdo a la FAO La utilización de la biomasa para el accionamiento de hornos y calderas y la generación de electricidad a mediana escala cuenta con tecnologías comerciales que son competitivas en el uso de hidrocarburos. A mediano plazo debe estar lista la tecnología de clasificación de la biomasa para aplicaciones de ciclos combinados de generación de electricidad (Alkalay, 1997). Por otra parte un módulo publicado por la universidad Nacional de Colombia, sobre los fundamentos para el diseño de Biodigestor, Uno de los subproductos más utilizados es la porquinaza, materia que será utilizada en el la fertilización de los pastizales, cuya proyección en la producción de biogás cada vez es más importante, teniendo en cuenta que la cría y explotación de esta especie, conocida como porcicultura, alcanzo en el último año una producción estimada de 2'118.257 de cabezas sacrificadas y 84.73 toneladas de estiércol como porquinaza (Olaya Arboleda & Gonzales Salcedo , 2009)

Así el manejo de los residuos orgánicos, generados en una granja o en cualquier lugar se puede lograr mediante la aplicación de diferentes tratamientos económicos y sencillos, transformando los desechos en un valor agregado. Logrando disminuir los niveles de contaminación. Es necesario tener en cuenta que de acuerdo a la composición de la de los residuos se generan en algunos casos mayores resultados, en este caso son residuos de origen animal (excretas de cerdos), estos residuos tienen características bioquímicas, que permiten el desarrollo de una actividad microbiana adecuada. Dado que de acuerdo al Módulo Opciones de Uso final de la Energía, publicado por la FAO, este se utilizó para evaluar la viabilidad tecno-económica y socio-económica de las diferentes rutas de producción de bioenergía, a viabilidad financiera de los Evaluación Rápida BEFS – Componente Biogás Comunitario Manual de Usuario , diferentes tipos de digestores, el tamaño óptimo, el tipo de digestor y los beneficios socio-económicos, que pueden ser alcanzados desde la producción de biogás donde muestra resultado y como obtenerlos (FAO, s.f.)

El biogás tiene diferentes usos como la producción de vapor o calor, para la generación de electricidad o combinación de calor y electricidad, Por otra parte, uno de los procesos que se pueden emplear para estabilizar los residuos orgánicos, de manera sencilla y económica es mediante una compostera aplicando cal, las crías de cerdos muertos, lixiviados y la biomasa que se recolecta en el Biodigestor para después aplicarla a los pastizales y así mejorar los potreros.

Clasificación de los biodigestores (Euclides & Yesid, 2012)

Con el avance de la tecnología respecto a la degradación de residuos orgánicos, y con la diversidad de tipos de digestores y Parámetros que afectaban su funcionamiento surgió la clasificación de los mismos. Los digestores se clasifican por dos aspectos básicos, su método o régimen de

Carga y según su método de construcción.

Régimen de carga. Esta clasificación se refiere a la frecuencia de carga de volumen en el digestor. Flujo por Parcela. Se carga en una sola tanda, una vez cargados no permiten extraer o añadir más sustratos hasta que finalice el proceso completo de biodegradación y producción de biogás. En otras palabras, el proceso finaliza cuando no se produce más biogás.

Régimen semi continuo. Este tipo de digestor se carga por gravedad una vez al día, donde el volumen de la mezcla depende directamente del tiempo de retención. Producen una cantidad de gas constante al día.

Régimen continuo. Son de gran tamaño, y requieren inversión tecnológica mayor, porque es necesario control y seguimiento permanente para su rápida degradación. Por estas razones son grandes consumidoras de energía. El diseño inicial del digestor fue para tratamiento de aguas negras, dado que requiere entrada permanente de sustrato, más aún en la actualidad se contempla para otro tipo de residuo degradable según su método de construcción y dirección de flujo. Básicamente se refiere al modelo de construcción y las variables en los materiales para fabricar.

Biodigestor tipo Hindú (domo móvil. Es un digestor de campana flotante, al igual que la gran mayoría de digestores se carga por gravedad una vez al día, en este digestor el volumen de carga depende del tiempo de retención, esto lo convierte en un digestor que se carga por Parcelas y la producción de gas es de manera constante siendo esta su principal característica.

Biodigestor tipo chino (domo fijo. Es un digestor semicontinuo, de campana fija, construida de diversos materiales y el biogás es recolectado en un recipiente fijo. La característica de este digestor es que trabaja a presión variable. En la campana fija se almacena el gas generado por la degradación y al ser inmóvil la presión que ejerce sobre la carga hacia un tanque adyacente

que compensa la presión ejercida,

Lo anterior quiere decir que la presión y alivio entre el gas y el tanque de compensación sirve de sistema de seguridad ya que al ser consumido el gas la presión dentro de la cámara de fermentación disminuye y el sustrato ingresa nuevamente.

Biodigestor horizontal. Se construye bajo tierra, su sección es cuadrada o en forma de “V”, la relación largo / ancho varía entre 5:1 hasta 8:1 y está provisto de paredes divisoras, de esta manera se evita que el sustrato salga antes de terminar el tiempo de retención.

Biodigestor horizontal (*Plug Flow*). Esta clase de digestor tiene la ventaja de no necesitar ningún tipo de agitación, ni ninguna parte móvil. Su construcción tanto en la cámara de digestión como en el almacenamiento de biogás puede ser en concreto en forma de globo, teniendo en cuenta que va herméticamente Cerrado donde el gas al igual que los digestores anteriores se ubica en la parte superior de la materia orgánica digerida y dicho espacio superior corresponde del 25 – 30% del volumen del digestor.

La ubicación del digestor puede ser bajo tierra o no, es indiferente al funcionamiento del mismo, normalmente un digestor de este tipo posee una entrada de la carga de materia orgánica donde además se realiza la mezcla, así como dos salidas: una para la mezcla digerida y otra para el biogás generado.

Biodigestor plástico de flujo continuo tipo CIPAV. Son digestores plásticos de flujo continuo. Es el tipo de digestor de bajo costo y fácil construcción, y mantenimiento. Acorde a la estructura de los otros digestores tiene una caja de entrada y otra de salida, además del digestor, el cual básicamente está constituido por una bolsa de polietileno tubular calibre 8, su longitud puede llegar a los 100 m de longitud, lo que da capacidad suficiente para alimentación de carga

orgánica

Componentes de los digestores. Los digestores básicamente se componen de 5 partes fundamentales, las cuales tienen su razón de funcionamiento, estas son tanques de carga y descarga, agitador (aplica para algunos digestores, como el de flujo continuo), reservorio de gas y finalmente el Biodigestor. A continuación, se presenta una breve descripción de los diferentes componentes que aplican básicamente a cualquier tipo de digestor.

Tanque de carga o de recolección. Su función principal es almacenar el estiércol que ha sido generado y mezclarlo con la cantidad de agua que requiera el tipo de digestor instalado. Una segunda función de este tanque es almacenar temporalmente el sustrato un tiempo prudente para posteriormente introducirla al digestor a una temperatura adecuada, un choque térmico por agregar en condiciones ambiente la mezcla podría causar disminución y muerte de las bacterias causantes de la degradación.

Tanque de descarga o de efluente. Este tanque se encarga de recoger la mezcla digerida a emplear posteriormente como material de abono.

Agitador. Es un elemento importante para los digestores de carga por Parcelas y algunos semicontinuo, ya que su permanente volumen de carga requiere agitación para digestión. En resumen, el agitador tiene como función mantener la homogeneidad de los desechos depositados.

Reservorio de gas. Básicamente permite la acumulación de gas cuando la producción excede la demanda. Idealmente el reservorio debería ser el mismo espacio libre entre el volumen del digestor y el sustrato cargado, pero los reservorios aportan una capacidad adicional al proceso ya sea por eficiencia de generación o por no consumo de biogás.

Tanque digestor. Constituye el principal elemento en el proceso de digestión y trabaja bajo el principio de ausencia de oxígeno, en esta cámara se degrada la materia orgánica en un tiempo de retención y a unas condiciones específicas de funcionamiento, el correcto manejo, cargue y funcionamiento garantiza la mejor productividad en la generación de biogás.

Digestión anaerobia. La digestión anaerobia es un proceso biológico de degradación de la materia orgánica en ausencia de oxígeno. Para Ruiz este proceso lo llevan a cabo bacterias anaerobias que actúan en el interior de un biodigestor, la velocidad de digestión depende de algunos parámetros básicos de funcionamiento, los cuales en un tiempo determinado trabajan conjuntamente para obtener resultados como: biogás, abono orgánico, y agua residual.

En un estudio realizado por Osorio la Universidad Nacional de Colombia se determinó que el proceso de digestión que ocurre en el interior del biodigestor libera la energía química contenida en la materia orgánica, finalmente esta degradación produce metano y a su vez este se convierte en biogás.

Por otra parte, otro de los productos resultantes de la reacción anaerobia es el efluente orgánico o bioabono, y es resultado del efluente semisólido con pH cercano a la neutralidad, y cuya composición proteínica es rica principalmente en nitrógeno, fósforo, potasio, y magnesio, así como en elementos menores, lo que hace que estos nutrientes sean más fácilmente asimilados por las plantas; además, sirve como mejorador físico del suelo. (Euclides & Yesid, 2012).

4.2 Marco conceptual

Biodigestor: Son máquinas simples que convierten las materias primas en subproductos aprovechables, en este caso gas metano y abono, comúnmente se los denomina Biodigestores. El principio básico de funcionamiento es el mismo que tienen todos los animales, descomponer los alimentos en compuestos más simples para su absorción mediante bacterias alojadas en el intestino con condiciones controladas de humedad, temperatura y niveles de acidez (Universo porcino, s.f.).

Residuos Orgánicos: Los residuos orgánicos son los restos biodegradables de plantas y animales. Incluyen restos de frutas y verduras y procedentes de la poda de plantas (Clean up the world, s.f.)

Biogás: El biogás es una mezcla de gases cuyos principales componentes son el metano y el bióxido de carbono, el cual se produce como resultado de la fermentación de la materia orgánica en ausencia del aire, por la acción de un grupo de microorganismos (Planthogar, s.f.).

Porcicultura: Se le conoce como porcicultura, a la actividad que incluye la crianza, alimentación y comercialización de los cerdos (Gobierno de México, s.f.).

Emisiones atmosféricas: Se entiende por emisión la descarga a la atmósfera continua o discontinua de materias, sustancias o formas de energía procedentes, directa o indirectamente, de cualquier fuente susceptible de producir contaminación atmosférica (risctox istas, s.f.).

Compostaje: El compostaje es un proceso de transformación de la materia orgánica para obtener compost, un abono natural. Esta transformación se lleva a cabo en cualquier casa mediante un compostador, sin ningún tipo de mecanismo, ningún motor ni ningún gasto de mantenimiento (Compostadores, s.f.).

Porcinaza: La porcinaza es un subproducto generado por la industria porcícola que, al ser utilizada

adecuadamente como fertilizante, ayuda a reducir los impactos ambientales; por parte de las plantas se aprovechan una serie de nutrientes que contiene y al tratarse de materia orgánica es adecuada para ayudar a recuperar los suelos. Este aprovechamiento múltiple ayuda a sostener el ciclo natural de la materia, a reducir el consumo de agua limpia por parte de los cultivos y a proteger las fuentes agua (Axón comunicación, 2016).

5. Metodología

El desarrollo del proyecto se llevará a cabo en 4 fases, a través de las cuales se busca implementar el Biodigestor para la generación de biogás y medir el efecto de la fertilización por riego en dos parcelas de pasto estrella (*Cynodon dactylon*) asociados a la granja.

5.1 Ubicación de la Granja Porcícola San Sebastián



Figura 2 Mapa de Timana-Huila

Timana Huila está ubicado a 446 km de Bogotá, este municipio es conocido como villa de la Gaitana cuyas coordenadas son de $1^{\circ}57'00''N$ y $75^{\circ}54'50E$, en el alto del río Magdalena, con cordilleras central y oriental al sur del departamento del Huila. Timaná limita por el norte con el municipio de Altamira; por el sur con Pitalito y Acevedo; por el este con Suaza y por el oeste con Elías.

5.2 Esquema producción porcícola finca San Sebastián municipio de Timaná Huila.

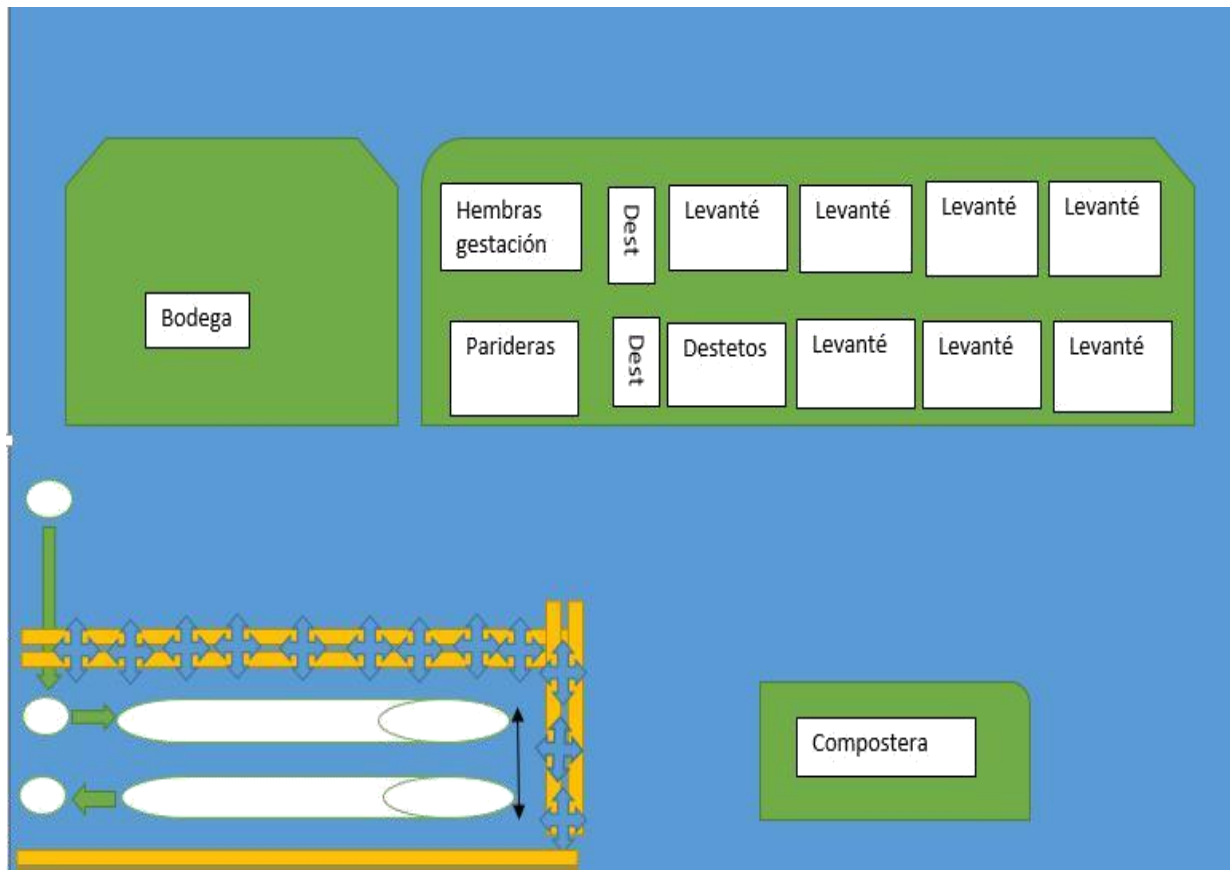


Figura 3 Proceso del Biodigestor realizada por Jhon Rojas

6. Fase 1 Selección del Biodigestor a implementar

Entre los Biodigestores continuos existen varios tipos; los más comunes son el biodigestor chino de estructura fija, el tipo hindú de campana flotante y el tipo balón de estructura flexible (Guerrero, 2016)

6.1El Biodigestor chino CIPAV.

Este sistema es el más sencillo y de acuerdo a la anterior información es el que se implementó para el proyecto aplicado, por su facilidad en la construcción y mantenimiento.

Diseñar Biodigestor plástico de flujo continuo tipo CIPAV, estos son Biodigestores plásticos de flujo continuo, de bajo costo, fácil construcción y mantenimiento. Acorde a la estructura de los otros digestores tiene una caja de entrada y otra de salida, además del Bio digestor el cual básicamente está constituido por una bolsa de polietileno tubular calibre 8, su longitud puede llegar a los 100 m, lo que da capacidad suficiente para alimentación de carga orgánica.

Para la instalación de dos Biodigestores se hacen dos fosas del mismo tamaño, para el diseño se tiene en cuenta las siguientes medidas, un metro de alto, en la base un metro de ancho, en la superficie un metro con veinte centímetros y diez de metros de largo, con dos grados de inclinación.

Ambos Biodigestores tienen la capacidad para 81 animales que producen por día 520,19 kg estiércol/ día, se utiliza una bolsa calibre 8 con un tarro de nailon para estar limpiando la bolsa y se realiza la instalación de trampa de gas para cuando haya sobrecarga y así evitar que la bolsa se rompa.

Con la información recolectada durante el proyecto aplicado se procederá a realizar la instalación del Biodigestor en la granja porcícola San Sebastián, al ya estar establecido se esperará que haya una producción de gas para 4 familias y la granja como fuente de energía, también brindará la posibilidad de utilizar el lixiviado en las pasturas de la finca.

7. Fase 2. Instalación el Biodigestor en la granja.

Realizar los cálculos, para el diseño del Biodigestor, así como de los accesorios complementarios.

7.1 Aspectos a tener en cuenta para la implementación del Biodigestor

- Bolsa plástica de polietileno tubular calibre 8.

- Retro excavadora para la realización de las fosas
- Una cuerda de nailon con un tarro para estar moviendo en el centro del Biodigestor.
- Esponjillas de brillo.

Materiales para la caja de entrada de la materia orgánica

- 200 ladrillos
- 2 bultos de cemento
- Arena tres Bugados
- 1 tubo de gres de 12 pulgadas

Los mismos materiales utilizados para la elaboración de la caja de entrada son igual para la caja de salida.

Materiales salida de biogás

- Un acople macho roscado de PVC de 1½ pulgadas
- Un acople hembra roscado de PVC de 1½ pulgadas
- Dos a cuatro ruanas de neumático de carro
- Dos arandelas en aluminio de 15 cm de diámetro y agujero central de 1½ pulgadas
- 0.5 metros de tubo de PVC de 1½ pulgadas

Implementación de la válvula de seguridad

- 60 cm de tubo de PVC de 1½ pulgadas
- 1 “T” de PVC de 1½ pulgadas
- 1 galón transparente
- 1 reductor de 1½” a ½”

- 20 cm de tubo de PVC de ½”

Materiales para la trampa de agua

- 1 “T” de PVC de 1 ½ pulgadas
- 20 cm de tubo de PVC de 1 ½ pulgadas
- 1 tapa de ajuste o roscada

Materiales para realizar el filtro de ácido sulfhídrico

- 1 Y” sanitaria de PVC de 4” de diámetro con tapa de rosca
- 1 m de tubo de 4”
- 2 reductores de 4” a 1½”

Conducción del biogás hasta el hogar

- Manguera de polietileno de 1 ½”

(Bolívar Fúquene & Ramírez Hernández, 2012)

Se realizó la construcción de dos Biodigestor en la granja san Sebastián de municipio de Timaná con las siguientes características: largo diez metros, un metro de alto, en la base un metro de ancho y en la superficie un metro con veinte centímetros de ancho, una vez esté lista la excavación se procede a retirar las raíces que se encuentren en el sitio.

Comenzamos con la instalación del tanque de reserva 1 donde llegan las excretas y durante un día se produce el estado de fermentación, después pasa al tanque 2 donde entra a disolverse y pasa a la bolsa en este proceso las bacterias metano génicas entran a descomponer y fermentar para así

producir el gas metano, después de esta fase llega al tanque número 3 es donde ya sale el agua del Biodigestor para aplicarla en pasturas.

Estos dos Biodigestores están para soportar la carga de excretas producidas por 1 macho reproductor, hembras lactantes 3, hembras vacías 4, lechones pre cebo 8, hembras gestantes 15, levante 50, el Biodigestor se diseñó para 81 animales y así soportar la carga necesaria.



Figura 4 Biodigestor instalado



Figura 5_Biodigestor instalado parte frontal

7.2Fotosgrafias finca San Sebastian los autores.

8. Fase 3: Mediciones y cálculos para determinar la producción real de biogás por día.

- Se realiza la alimentación de los animales se dejan 2 horas después se hace la limpieza de los animales.
- Realizar la limpieza del corral y los cerdos con una medida de agua se hace el barrido y después se le implementa el agua.
- Se realiza supervisión de los animales y después se hace registro de ello. (Euclides & Yesid, 2012)

Con la orina y excretas se dio tratamiento a través de un proceso anaerobio y de esta manera logramos obtener biogás que es empleado para la obtención de generación de biogás y de esta manera utilizo para la cocción de alimentos y así la reducción de leña como combustible.

Para la medición de biogás se calcula que por cada 10 kilos de estiércol se produce 0.9 metros cúbicos de biogás (Delfos, 2014)

Tabla 1 Para medir la producción de excretas y orina producida por los cerdos

Estado etario	N.animales.	Peso promedio	promedio kg de excretas por cada 100 (kg/animal-día)	producción de orina (kg/animal-día)	total de excretas en kg	3cera parte de agua.
reproductor	1	200	3,09	2,53	5,62	1.87+kilos
Hembras lactantes	3	190	8,07	6,6	44,01	14,67+kilos
hembras vacías	4	160	4,06	3,32	29,52	9,84+kilos
lechones pre cebo	8	18	0,76	0,62	11,04	3,68+kilos
Hembras gestantes	15	180	2,97	2,43	81	27+kilos
levante	50	70	2,41	1,97	219	73+kilos
total	81				390,19	130 +kilos

(Sistema de Información Ambiental Minero Energético, 2002)

Asociación Fondo Nacional de la porcicultura (Noreña Grisales, Osorio Vega, & Gomez Yarce, 2016)

8.1 Medición del gas obtenido con la tercera parte de agua.

Total de excretas +la tercera parte de agua dividido 10 kilos de estiércol que producen 0,9 metros de biogás tomado de (Delfos, 2014)

- Gas producido por el cerdo reproductor

$$5,62+1.87= 7.49 / 10= 0,75\text{mts de gas por día}$$

- Gas producido por las hembras lactantes

$$44,01+14,67=58,7 / 10 =5,9\text{mts de gas por día}$$

- Gas producido por hembras vacías

$$29,52+9,84 = 39,36 / 10 = 3,9\text{mts de gas por día}$$

- Gas producido por lechones pre cebo

$$11,04+3,68=14.72/ 10 =1,47\text{mts de gas por día}$$

- Gas producido por hembras gestantes

$$81+27 =108/ 10 = 10,8\text{mts de gas por día}$$

- Gas producido por cerdos de levante

$$219+73=292/ 10 = 29,2\text{mts de gas por día}$$

Total, de excretas por día 520,19 / 10 kilos = 52.1 metros de gas por día

Para un total de 1,563 metros al mes que equivalen a 1.563000 cm³ cúbicos de

gas 1 m³ es = a 1.000.000 de cm³

Pasar a litros

$$1 \text{ litro} = a 1000 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ m}^3 = 0,001 \text{ 1,563000 m}^3$$

9 Resultados obtenidos del proyecto.

Implementar un biodigestor. chino CIPAV. (taiwanés)

Este sistema es el más sencillo y de acuerdo a la anterior información es el que se implementó para el proyecto aplicado, por su facilidad en la construcción y mantenimiento. El biodigestor que implementamos fue el taiwanés porque es el más económico y es el más común que en Colombia se está trabajando mucho porque ayuda a contrarrestar factores como es la contaminación en las fuentes hídricas y mitigar factores como es los olores y plagas.



Figura 6 Instalación Biodigestor.



Figura 7 Biodigestor instalado.

9.1 imagen tomada granja san Sebastián Jhon Rojas & Liliana Ñañez

La capacidad obtenida en el biodigestor para la producción de biogás y las familias beneficiadas.

Durante los cuatro meses que se realizó el estudio se estableció el consumo de biogás por día de 10,42 metros cúbicos generados por el biodigestor CIPAV (taiwanés) Obteniendo unos resultados favorables para las familias beneficiarias.

$520,19 / 10 \text{ kilos} = 52.1 \text{ metros de gas por día distribuidos en la siguiente gráfica.}$

Tabla 2 distribución de gas por familia

Familia 1	10.42
Familia 2	10,42
Familia 3	10.42
Familia 4	10,24
Biodigestor	10,42

Autores Jhon, Liliana

El resultado obtenido es favorable ya que las 4 familias se estaban gastando dos cilindros mensuales, esto a 1 año son 24 cilindros por 4 familias son 96 cilindros, cada cilindro está a 55.000

* 96 \$5.280.000 al gastarse un cilindro mensual sería \$2.640000 al año, para un ahorro \$2.640000 para las familias que están beneficiadas ahora solo gastan 1 cilindro en dos meses entonces esto da la posibilidad que las familias economicen.

10 Fase 4 Aplicación de lixiviados resultantes del biodigestor y labores agronómicas en dos parcelas de pasto estrella (*Cynodon dactylon*).

Para la aplicación de lixiviados resultantes del Biodigestor, se seleccionó 2 parcelas de 3 x 10 metros, la parcela 1 recibió las fertilizaciones por riego con los lixiviados obtenidos del Biodigestor, a intervalos de tres a 8 días de acuerdo con las condiciones climáticas y durante un periodo de 3 meses. Para observar posibles cambios en el suelo se llevó a cabo un análisis de suelo para la parcela 1 y 2 al inicio del estudio; y un análisis de suelo para la parcela 1 al final del estudio (Euclides & Yesid, 2012).

10.1 Cronograma de actividades en las parcelas de pasto estrella (*Cynodon dactylon*).

Se llevó a cabo en la primera semana de noviembre aplicaciones cada 8 días de 50 litros de agua del Biodigestor no sin antes sacar un análisis de suelo de ambos Parcelas para su evaluación, se procedió a medir el pasto del Parcela uno.

Tabla 3 Registro de actividades de ambos Parcelas

Fecha	Parcelas	Labor	Muestras para análisis de suelos	Lixiviado	Litros	Observaciones
01/11/2017	Parcelas 1 y dos	Rosar los dos Parcelas para su evaluación	x	x	x	x
01/11/2017	Parcela 1	Extracción de la muestra de suelo	Una muestra por Parcela	x	x	Se observó mucha humedad en el suelo.
01/11/2017	Parcela 2	Extracción de la muestra de suelo	Una muestra por Parcela	x	x	Humedad en el suelo

Tabla 4 Registros de las labores realizadas en el Parcela 1

Fecha	Labor	Herramienta	Lixiviado	Litros	Observaciones
08/11/2017	x	x	X	x	Se evidencia malezas de hoja ancha.
	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde	Agua del Biodigestor	30 litros	Se presentó encharcamiento
16/11/2017	Aplicación del lixiviado	Balde	Agua del Biodigestor	40 litros	Se presentó encharcamiento

	Medición del pasto estrella	Metro	X	x	Se observa partes que crecen más que otras
01/11/2017	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y bomba	X	30	Se presentó encharcamiento al día siguiente por lluvias
05/11/2017	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y bomba	X	30	Se hizo el aplicado cuando hubo una hora de sol ya que toda la semana estuvo lloviendo
08/11/2017	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y bomba	X	20	Se disminuyó los litros teniendo en cuenta que el pasto estrella estaba teniendo problemas de amarilla miento por encharcamiento.
14/11/2017	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y bomba	X	30	Se volvió a tener los mismos litros ya que el pasto está recobrando su color natural,
18/11/2017	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde	X	40	x
23/11/2017	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y tasa para aguatero	X	40	Se contrató a un trabajador para diferentes labores como es el mantenimiento del Biodigestor y su encierro para evitar la entrada de animales, que pudieran dañar la bolsa.
27/11/2017	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y tasa para aguatero	X	40	No se observó ningún cambio.

01/12/2017	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y tasa para aguateo	X	40	Se evidencia un mayor crecimiento del pasto en el Parcela 1
06/12/2017	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y tasa para aguateo	X	40	Presencia de malezas de hoja ancha
13/12/2017	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y tasa para aguateo	X	45	No se observaron cambios
17/12/2017	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y tasa para aguateo	X	45	x
20/12/2017	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y tasa para aguateo	X	45	x
23/12/2017	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y tasa para aguateo	X	45	x
26/12/2017	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y tasa para aguateo	X	45	x
29/12/2017	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y tasa para aguateo	X	45	x
05/01/2018	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y tasa para aguateo	X	50	x
08/01/2018	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y tasa para aguateo	X	45	x
12/01/2018	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y tasa para aguateo	X	45	x
15/01/2018	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y tasa para aguateo	X	45	x
18/01/2018	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y tasa para aguateo	X	45	x

22/01/2018	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y tasa para aguateo	X	55	x
27/01/2018	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y tasa para aguateo	X	55	x
30/01/2018	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y tasa para aguateo	X	55	x
03/02/2018	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y tasa para aguateo	X	55	mayor crecimiento del pasto en el Parcela 1
07/02/2018	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y tasa para aguateo	X	55	x
09/02/2018	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y tasa para aguateo	X	60	x
13/02/2018	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y tasa para aguateo	X	60	x
17/02/2018	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y tasa para aguateo	X	60	x
19/02/2018	Aplicación del lixiviado en el Parcela 1	Balde y tasa para aguateo	X	60	x

10.2 Los efectos obtenidos con la fertilización por riego de los lixiviados en las pasturas

Para el análisis del lixiviado del Biodigestor se tuvo en cuenta como testigo un Parcela de pasto estrella (*Cynodon dactylon*) Dividido en dos partes cada uno de 3x10 metros, en la Parcela que se aplicó el lixiviado hubo una diferencia de 14 kilos de biomasa.

10.3 La relación por hectárea será la siguiente:

Una hectárea de pasto 10000metros cuadrados dividido por Parcelas de 30 metros nos da como resultado 333 Parcelas, 14 kilos de biomasa por 333 Parcelas daría una proporción de 4.662 kilos por hectárea de pasto estrella (*Cynodon dactylon*) por una hectárea sería un rendimiento favorable para el agricultor como ganadero. Teniendo en cuenta que para hacer mejora de un suelo o incremento de materia orgánica tendríamos que aplicar por 1 metro cuadrado 10 kilos de materia orgánica y si hablamos de 10.000 metros cuadrados son 100.000 kilos; por tal razón el agua el Biodigestor nos proporciona una mayor producción de biomasa y ganancia para las granjas con producción pecuaria.

Se obtuvieron 5 manojos de pasto estrella (*Cynodon dactylon*)

Tabla 5 resultados del pasto obtenido por parcela

Diferencia entre los dos Parcelas de pasto estrella (<i>Cynodon dactylon</i>).		
	Para una hectárea Diferencia	entre los dos Parcelas
32 kl obtenidos por 30 metros cuadrados	10.656 kl	4.529 kl
Parcela 2	Para una hectárea	
18.4 kl obtenidos por 30 metros cuadrados	6.127 kl	

11. Resultados obtenidos en el suelo

Para dar inicio a la evaluación del agua obtenida por el Biodigestor, se realizó una primera aplicación en el Parcela uno y en el Parcela dos se dejó como testigo.

Tabla 6 Parcela uno sin aplicación del lixiviado proveniente del Biodigestor

PARAMETRO	VALOR	UNIDAD	INTERPRETACION			
			RANGO ADECUADO		RESULTADOS	
pH	5,77	-	-	-	-	-
MATERIA ORGA.	3,37	%	-	-	-	-
NITROGENO (N)	0,17	%	0,25	0,50	-	BAJO
FOSFORO (P)	33,90	ppm	15,00	30,00	-	ALTO
POTASIO (K)	0,62	meq/100g	0,15	0,30	-	ALTO
MAGNESIO (Mg)	6,73	meq/100g	1,50	2,50	-	ALTO
CALCIO (Ca)	13,61	meq/100g	3,00	6,00	-	ALTO
ALUMINIO (Al)	-	meq/100g	0,00	1,00	-	#N/A
SODIO (Na)	0,23	meq/100g	0,00	1,00	-	MEDIO
AZUFRE (S)	16,30	ppm	10,00	20,00	-	MEDIO
HIERRO (Fe)	51,13	ppm	50,00	70,00	-	MEDIO
BORO (B)	0,69	ppm	0,10	0,50	-	ALTO
COBRE (Cu)	2,63	ppm	1,50	2,50	-	ALTO
MANGANESO (Mn)	28,29	ppm	5,00	10,00	-	ALTO
ZINC (Zn)	6,81	ppm	2,00	3,00	-	ALTO
RELACIONES CATIONICAS						
Ca/Mg	2,02	-	3,00	6,00	-	BAJO
Ca/K	22,05	-	15,00	30,00	-	MEDIO
Mg/K	10,90	-	10,00	15,00	-	MEDIO
(Ca+Mg)/K	32,95	-	20,00	40,00	-	MEDIO
% Sat. De Na	1,10	-	5,00	15,00	-	BAJO
% Sat. De K	2,91	-	2,00	3,00	-	MEDIO
% Sat. De Ca	64,25	-	50,00	70,00	-	MEDIO
% Sat. De Mg	31,76	-	10,00	20,00	-	ALTO
% Sat. De Bases	100,02	-	35,00	50,00	-	ALTO
% Sat. De Aluminio	-	-	10,00	50,00	-	#N/A

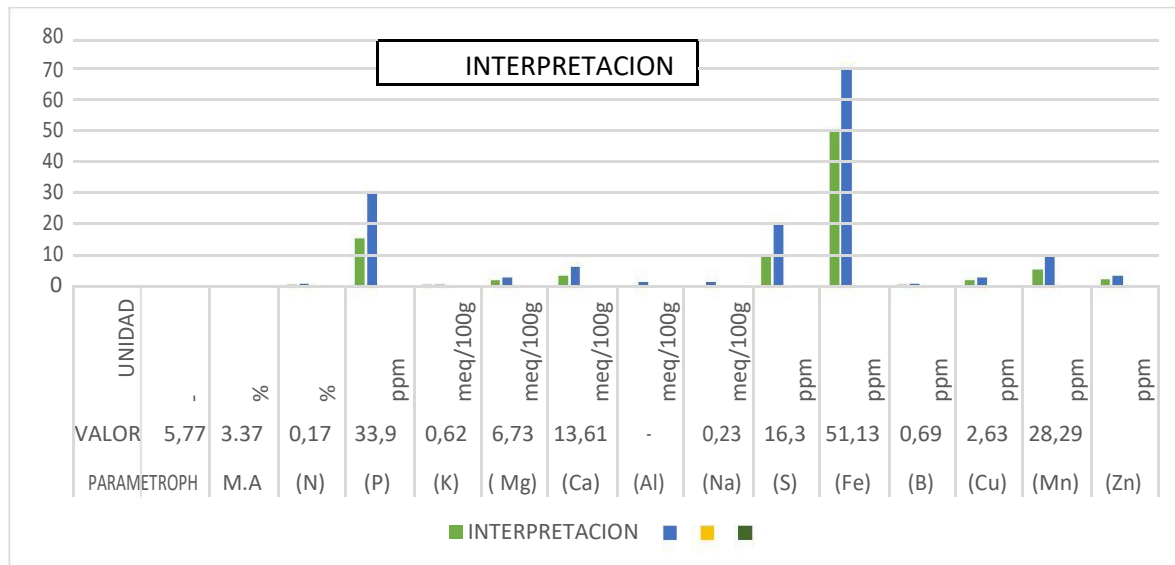
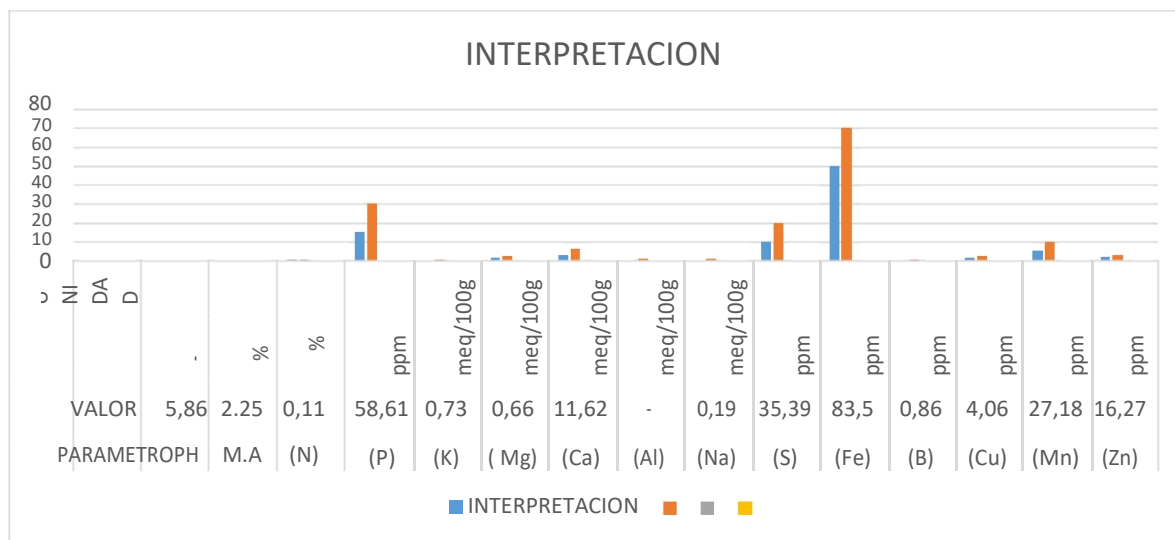


Tabla 7 Parcela 1 con la aplicación del lixiviado proveniente del Biodigestor

PARAMETRO	VALOR	UNIDAD	INTERPRETACION					
			RANGO ADECUADO		RESULTADOS			
pH	5,86	-	-	-	-	-	-	-
MATERIA ORGA.	2,25	%	-	-	-	-	-	-
NITROGENO (N)	0,11	%	0,25	0,50		BAJO		
FOSFORO (P)	58,61	ppm	15,00	30,00		ALTO		
POTASIO (K)	0,73	meq/100g	0,15	0,30		ALTO		
MAGNESIO (Mg)	0,66	meq/100g	1,50	2,50		BAJO		
CALCIO (Ca)	11,62	meq/100g	3,00	6,00		ALTO		
ALUMINIO (Al)	-	meq/100g	0,00	1,00		#N/A		
SODIO (Na)	0,19	meq/100g	0,00	1,00		MEDIO		
AZUFRE (S)	35,39	ppm	10,00	20,00		ALTO		
HIERRO (Fe)	83,50	ppm	50,00	70,00		ALTO		
BORO (B)	0,86	ppm	0,10	0,50		ALTO		
COBRE (Cu)	4,06	ppm	1,50	2,50		ALTO		
MANGANESO (Mn)	27,18	ppm	5,00	10,00		ALTO		
ZINC (Zn)	16,27	ppm	2,00	3,00		ALTO		
RELACIONES CATIONICAS								
Ca/Mg		17,60		3,00	6,00		ALTO	
Ca/K		15,87		15,00	30,00		MEDIO	
Mg/K		0,90		10,00	15,00		BAJO	
(Ca+Mg)/K		16,77		20,00	40,00		BAJO	
% Sat. De Na		1,46		5,00	15,00		BAJO	
% Sat. De K		5,55		2,00	3,00		ALTO	
% Sat. De Ca		88,04		50,00	70,00		ALTO	
% Sat. De Mg		5,00		10,00	20,00		BAJO	
% Sat. De Bases		100,04		35,00	50,00		ALTO	
% Sat. De Aluminio		-		10,00	50,00		#N/A	



12. Interpretación de los análisis de suelo.

Con el análisis podemos observar que el Parcela 1 sin la aplicación del agua del Biodigestor se evidencia al inicio que el fosforo esta en 33.90 y el hierro 51.13 tal y como se muestra en el primer análisis tabla 11.1.

Al finalizar las aplicaciones del agua del Biodigestor se observa que un incremento de 58.61 de fosforo y el hierro obtuvo un incremento de 83.50 estos fueron los dos elementos que más obtuvieron un incremento

Tabla 8 Resultados de nutrientes análisis de suelo

Elementos	Parcela 1 análisis 1	Parcela 1 análisis 2	Mejoras con el agua del Biodigestor
fosforo	33.90	58.61	24.71
Hierro	51.13	83.50	32,37

13. Impacto ambiental

El impacto ambiental que se genera al instalar un Biodigestor es positivo ya que en la actualidad las fincas aledañas a la granja san Sebastián tienen explotación porcícola por tal razón nos ven como un modelo a seguir para implementar estos sistemas en sus fincas y así evitar una mayor contaminación.

Para el caso de la granja san Sebastián se ha logrado que las excretas producidas por los cerdos no sean vertidas directamente a la fuente hídrica aledaña, (*Quebrada piragua*) se reduce el impacto ambiental ya que la carga de desechos no son vertidos directamente por el proceso que se hace en el Biodigestor, el lixiviado se utiliza para fertilizar pasturas el restante pasa por un cultivo de boré (*Colocasia esculenta*) el cual recoge los lixiviados que ya no son contaminantes. Es importante la construcción del Biodigestor ya que las personas de la parte bajan de la vereda piragua pueden gozar de un agua más limpia al no ser vertida esta carga orgánica que generan los animales.



Figura 8 Cultivo de bore (*Colocasia esculenta*) granja san Sebastián. Fuente: Los autores

Se reduce la deforestación y el uso de leña para la cocción de alimentos como fuente de energía, protegemos especies arbóreas y la fauna que vive en ella.

14. recomendaciones

Gestionar ante los entes, la inclusión dentro los programas de gobierno de un ítem que contenga el programa entorno a la instalación de biodigestores que reduzcan los gases emanados a la atmosfera y se aproveche este gas como combustible para las viviendas ubicadas en la parte rural de los Municipios.

Se considera un buen proyecto el Biodigestor tipo chino CIPAV para ser implementado en la parte rural del municipio de Timana-Huila y en la mayoría de municipios aledaños ya que sirve para dar adecuado aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en las granjas. Las instituciones educativas enfocadas al sector productivo agropecuario pueden promover estos proyectos con el fin de generar oportunidades para la conservación de suelos, aplicando el agua que produce el Biodigestor como abono y fomentar la producción de la porcicultura responsable con el medio ambiente.

15. conclusiones

Mediante la elaboración del documento, se pretende dar a conocer el proyecto de implementación de un biodigestor a partir de las heces de cerdo, en donde se busca reducir las cargas contaminantes de las fuentes hídricas, el suelo y el aire en el momento de su descomposición.

Se reconoce que el proyecto genera interacción entre la comunidad y el grupo que lo implementara; ya que a través de su ejecución se realizaran programas de capacitación, con el fin de obtener resultados favorables en pro del entorno natural y factores económicos hacia el sector rural, buscando resultados eficientes y eficaces sobre los objetivos planteados sobre el proyecto. A su vez se pretende dar óptimo aprovechamiento de los biodigestores.

Se concluye que al implementar el Biodigestor chino CIPAV obtenemos en la granja porcicola san Sebastián un impacto favorable ya que tenemos un ahorro en dinero debido a la buena producción de biogás, disminución en la tala de árboles para la cocción de alimentos, reducción de contaminación a la Quebrada piragua cercana a la granja, también se obtuvieron resultados favorables en el suelo al utilizar el agua del Biodigestor para aumentar la producción en pasturas y producción de biomasa como también las mejoras en el suelo.

16. Bibliografía

- Aldana Duque , J. B. (2008). *Universidad De La Salle*. Obtenido de Diagnóstico del sector porcícola en el municipio de Sasaima Cundinamarca para determinar el grado de tecnología aplicado en las explotaciones y los problemas más relevantes a los que se enfrenta.: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/5150/T12.08%20A21d.pdf?sequence=1>
- Bolívar Fúquene, H. E., & Ramírez Hernández, E. Y. (12 de Junio de 2012). *Universidad Distrital Francisco José De Caldas*. Obtenido de Propuesta para el diseño de un biodigestor para el aprovechamiento de la materia orgánica generada en los frigoríficos de Bogotá: <http://udistrital.edu.co:8080/documents/138588/3154083/DOCUMENTO+FINAL.pdf>
- Clean up the world.* (s.f.). Obtenido de Residuos orgánicos: http://www.cleanuptheworld.org/PDF/es/organic-waste_residuos-org-nicos_s.pdf
- Compostadores.* (s.f.). Qué es el compostaje. Recuperado de: <http://www.compostadores.com/descubre-el-compostaje/que-es-el-compostaje.html>
- Delfos, J. [Juan Delfos]. (7 de Abril de 2014). *Biogas Cerdos Biodigestor*. [Archivo de video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=a1C0BOnG_H8
- EL TIEMPO*. (14 de Septiembre de 2002). Obtenido de El cerdo no es puerco: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1350573>
- FAO. (2011). Obtenido de Manual de Biogás: <http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf>
- González Santamaría., L. A. (7 de Julio de 2016). *Axon Comunicacion* . Obtenido de Aprovechamiento de la porcínaza líquida como fertilizante: <http://axoncomunicacion.net/news/new/IdNew/79/Option/3>
- Gobierno de Mexico.* (s.f.).¿Qué es la porcicultura?. Recuperado de: <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/que-es-la-porcicultura>
- Noreña Grisales, J. M., Osorio Vega, N. W., & Gomez Yarcé, J. P. (2016). *Asociación Porkcolombia - FNP*. (S. M. Universidad Nacional de Colombia, Ed.) Obtenido de Manual de uso de la porcínaza en la agricultura “De la granja al cultivo”.
- Planthogar.* (s.f.).¿Qué es el biogas?. Recuperado de: <http://www.planthogar.net/encyclopedia/jump.asp?doc=00000293.htm>
- risctox istas.* (s.f.). Emisiones. Recuperado de: <http://risctox.istas.net/index.asp?idpagina=620>
- Sistema de Información Ambiental Minero Energético.* (2002). Obtenido de Guía Ambiental para el Subsector Porcícola: http://www.siame.gov.co/siame/documentos/Guias_Ambientales/Gu%C3%ADas%20Resoluci%C3%B3n%201023%20del%2028%20de%20julio%20de%202005/AGRICOLA%20Y%20PECUARIO/Gu%C3%ADa%20Ambiental%20para%20el%20subsector%20Porc%C3%ADcola.pdf
- Universo porcino.* (s.f.).Instalaciones porcinas. Recuperado de: http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/que_es_un_biodigestor.html

17 Anexos

Anexo No. 1 primer análisis de suelo



Centro Latinoamericano
de
Investigación y
Desarrollo en
Ciencias Agrícolas
y Agropecuarias
Laboratorio de Suelos y Aguas
Página 2 de 3

RESULTADO DE ANALISIS DE SUELO

No. de Laboratorio **74500**
Fecha de Recepción 2017 11 29
Fecha de Resultado 2017 12 13

TEXTURA BOUYOUKOS
Arena 40,00 %
Limo 26,00 %
Arcilla 34,00 %
TEXTURA AL TACTO =

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA = dS/m
DENSIDAD APARENTE g/cm³
CAP. INTERCAMBIO CATIONICO EFECTIVA 21,17405 meq/100g
CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO = meq/100g

Arenoso	A
Arenoso Franco	A F
Franco Arenoso	F A
Franco	F
Franco Limoso	F L
Franco Arcilloso	F Ar
Franco Arcilloso Limoso	F Ar L
Franco Arcilloso Arenoso	F Ar A
Arcilloso	Ar
Arcillo Arenoso	Ar A
Arcillo Limoso	Ar L

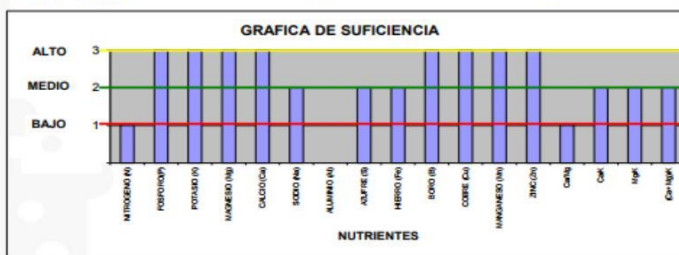
PARAMETRO	VALOR	UNIDAD	RANGO ADECUADO		INTERPRETACIÓN		
						RESULTADOS	
pH	5,77	-	-	-	-	-	-
MATERIA ORGA.	3,37	%	-	-	-	-	-
NITROGENO (N)	0,17	%	0,25	0,50		BAJO	
FOSFORO (P)	33,90	ppm	15,00	30,00		ALTO	
POTASIO (K)	0,62	meq/100g	0,15	0,30		ALTO	
MAGNESIO (Mg)	6,73	meq/100g	1,50	2,50		ALTO	
CALCIO (Ca)	13,61	meq/100g	3,00	6,00		ALTO	
ALUMINIO (Al)	-	meq/100g	0,00	1,00		#N/A	
SODIO (Na)	0,23	meq/100g	0,00	1,00		MEDIO	
AZUFRE (S)	16,30	ppm	10,00	20,00		MEDIO	
HIERRO (Fe)	51,13	ppm	50,00	70,00		MEDIO	
BORO (B)	0,69	ppm	0,10	0,50		ALTO	
COBRE (Cu)	2,63	ppm	1,50	2,50		ALTO	
MANGANESO (Mn)	28,29	ppm	5,00	10,00		ALTO	
ZINC (Zn)	6,81	ppm	2,00	3,00		ALTO	
RELACIONES CATIONICAS							
Ca/Mg	2,02		3,00	6,00		BAJO	
Ca/K	22,05		15,00	30,00		MEDIO	
Mg/K	10,90		10,00	15,00		MEDIO	
(Ca+Mg)/K	32,95		20,00	40,00		MEDIO	
% Sat. De Na	1,10		5,00	15,00		BAJO	
% Sat. De K	2,91		2,00	3,00		MEDIO	
% Sat. De Ca	64,25		50,00	70,00		MEDIO	
% Sat. De Mg	31,76		10,00	20,00		ALTO	
% Sat. De Bases	100,02		35,00	50,00		ALTO	
% Sat. De Aluminio	-		10,00	50,00		#N/A	

Centro Latinoamericano
de
Investigación y
Desarrollo en
Ciencias Agrícolas
y Agropecuarias
Laboratorio de Suelos y Aguas
Página 2 de 3

RESULTADO DE ANÁLISIS DE SUELO

No. de Laboratorio **74500**

Fecha de Recepción 2017 11 29
Fecha de Envío 2017 12 13



Anexo No. 2 Análisis de suelo con la aplicación del lixiviado



Código: LBCP1007
Fecha: 2018/01/17
Versión: 01
Elaborado: Especialista de servicios agropecuarios
Revisado: Control Calidad
Aprobado: Líder administrativo - Calidad
Página: 2 de 3

RESULTADO DE ANALISIS DE SUELO

No. de Laboratorio **74971**

Fecha de Recepción 2018 2 8

Fecha de Resultado 2018 2 22

TEXTURA BOUYOUCOS

Arena 54,00 %
Limo 26,00 %
Arcilla 20,00 %

TEXTURA AL TACTO

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

DENSIDAD APARENTE

CAP. INTERCAMBIO CATIONICO EFECTIVA

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

• dS/m

• g/cm³

13,1934 meq/100g

meq/100g

Arenoso	A
Arenoso Franco	A F
Franco Arenoso	F A
Franco	F
Franco Limoso	F L
Franco Arcilloso	F Ar
Franco Arcilloso Limoso	F Ar L
Franco Arcilloso Arenoso	F Ar A
Arcilloso	Ar
Arcillo Arenoso	Ar A
Arcillo Limoso	Ar L

PARAMETRO	VALOR	UNIDAD	INTERPRETACION			
			RANGO ADECUADO		RESULTADOS	
pH	5,86	-	-	-	-	-
MATERIA ORGA.	2,25	%	-	-	-	-
NITROGENO (N)	0,11	%	0,25	0,50	BAJO	
FOSFORO(P)	58,61	ppm	15,00	30,00	ALTO	
POTASIO (K)	0,73	meq/100g	0,15	0,30	ALTO	
MAGNESIO (Mg)	0,66	meq/100g	1,50	2,50	BAJO	
CALCIO (Ca)	11,62	meq/100g	3,00	6,00	ALTO	
ALUMINIO (Al)	-	meq/100g	0,00	1,00	#N / A	
SODIO (Na)	0,19	meq/100g	0,00	1,00	MEDIO	
AZUFRE (S)	35,39	ppm	10,00	20,00	ALTO	
HIERRO (Fe)	83,50	ppm	50,00	70,00	ALTO	
BORO (B)	0,86	ppm	0,10	0,50	ALTO	
COBRE (Cu)	4,06	ppm	1,50	2,50	ALTO	
MANGANESE (Mn)	27,18	ppm	5,00	10,00	ALTO	
ZINC (Zn)	16,27	ppm	2,00	3,00	ALTO	
RELACIONES CATIONICAS						
Ca/Mg	17,60		3,00	6,00	ALTO	
Ca/K	15,87		15,00	30,00	MEDIO	
Mg/K	0,90		10,00	15,00	BAJO	
(Ca+Mg)/K	16,77		20,00	40,00	BAJO	
% Sat. De Na	1,46		5,00	15,00	BAJO	
% Sat. De K	5,55		2,00	3,00	ALTO	
% Sat. De Ca	88,04		50,00	70,00	ALTO	
% Sat. De Mg	5,00		10,00	20,00	BAJO	
% Sat. De Bases	100,04		35,00	50,00	ALTO	
% Sat. De Aluminio	-		10,00	50,00	#N / A	

MEPTUOOR ANALITITVUE

Código: LAC-1-087
 Fecha: 06/06/2017
 Versión: 01
 Estado: Sistema de servicios agropecuarios
 Laboratorio - Cereales y Oleícolas
 Agencia: Laboratorios agropecuarios - Uruquará
 Página: 2 de 3

RESULTADO DE ANÁLISIS DE SUELO

No. de Laboratorio

74971

Fecha de Recepción

2018

2

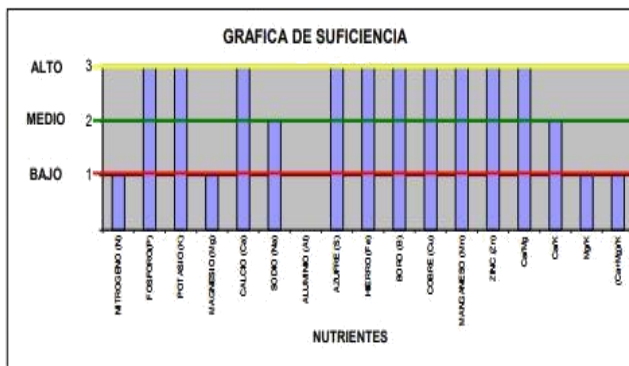
8

Fecha de Envío

2018

2

22



Anexo No. 3 Toma de análisis de suelo

18. Anexos 2



Anexo No. 4 Construcción Biodigestor



Anexo No. 5 agua del Biodigestor aplicada en pastura



Anexo No. 6 Corte del pasto estrella (*Cynodon dactylon*).



Anexo No. 7 Peso del pasto estrella (*Cynodon dactylon*).